

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Juli 2001 (12.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/50583 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02M 7/217, 1/12**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH01/00005

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Januar 2001 (05.01.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 9/2000 5. Januar 2000 (05.01.2000) AT

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ASCOM ENERGY SYSTEMS AG [CH/CH]; Belpstrasse 37, CH-3000 Bern 14 (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): KOLAR, Johann, W. [AT/AT]; Straussengasse 2-10/2/68, A-1050 Wien (AT).

(74) Anwälte: ROSHARDT, Werner, A. usw.; Keller & Partner Patentanwälte AG, Schmiedenplatz 5, Postfach, CH-3000 Bern 7 (CH).

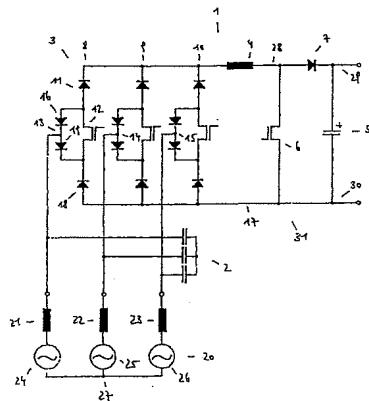
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: THREE PHASE-ELECTRICAL INTERMEDIATE CIRCUIT HAVING REDUCED NETWORK FEEDBACK-IDENTICAL PULSE-DIRECTOR SYSTEM WITH A WIDE POSITIONING RANGE PERTAINING TO THE OUTPUT VOLTAGE

(54) Bezeichnung: NETZRÜCKWIRKUNGSARMES DREIPHASEN-STROMZWISCHENKREIS-PULSGLEICH-RICHTER-SYSTEM MIT WEITEM STELLBEREICH DER AUSGANGSSPANNUNG



WO 01/50583 A1

(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for converting a three-phase voltage system (20) into a constant voltage and is supported by an output condenser (5), having an output side star circuit (2) of filter condensers, a controllable alternating current bridge (3) and a bridge circuit (3) having a positive output, provided with a current shaping inductivity (4) connected to a step-up-converter diode (7) and a step-up-converter transistor (6). A constant voltage-constant voltage step-up-converter diode is integrated into the converter structure. The phase branches (8), (9), (10) of the bridge circuit (3) have identical structures and can be controlled in the conducting state by control circuits (12). Post filtration of switch frequency spectral components in a sinus-shaped procedure pertaining to the network current occurs resulting in distribution of the output inductivity (4) current to shaped phases or a pulse width modulation of the voltage at the input clamps (13), (14), (15) in order to generate a constant voltage via the output condenser (5) is executed. A constant voltage is achieved via the output condenser (5). In order to generate a system (19) output voltage which lies below the mean value of the maximal output voltage of the bridge circuit (3), the step-up-converter transistor (6) remains in a blocked state. The formation of a maximum achievable output voltage value occurs at full level control of the alternating current bridge (3) via a corresponding touch relationship of the step-up-converter transistor (6).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Umformung eines dreiphasigen Spannungssystems (20) in eine durch einen Ausgangskondensator (5) gestützte Gleichspannung, die eine eingangsseitige Sternschaltung (2) von Filterkondensatoren, eine steuerbare Drehstrombrücke (3) und am positiven Ausgang der Brückenschaltung (3) eine stromeinprägende Induktivität (4) aufweist, welche in Verbindung mit einer Hochsetzstellerdiode (7) und einem Hochsetzstellertransistor (6) einen in die Konverterstruktur integrierten Gleichspannungs-Gleichspannungs-Hochsetzsteller bildet, wobei die Phasenzweige (8), (9), (10) der Drehstrombrücke (3) identische Struktur aufweisen und in ihrem Leitzustand durch Steuerschalter (12) gesteuert werden können, womit eine, nach Filterung schalfrequenter Spektralanteile in einem sinusförmigen Verlauf des Netzstromes resultierende Aufteilung des durch die Ausgangsinduktivität (4) eingeprägten Stromes auf die Phasen bzw. eine Pulsbreitenmodulation der an den Eingangsklemmen (13), (14), (15), anliegenden Spannung zur Erzeugung einer konstanten, über dem Ausgangskondensator (5) auftretenden Gleichspannung möglich ist. Für die Erzeugung einer unterhalb des Mittelwertes der maximalen Ausgangsspannung der Brückenschaltung (3) liegenden Ausgangsspannung des Systems (1) verbleibt der Hochsetzstellertransistor (6) im Sperrzustand, die Bildung einer über dem hierbei maximal erreichbaren Ausgangsspannungswert liegenden Spannungswertes erfolgt bei Vollaussteuerung der Drehstrombrücke (3) über ein entsprechendes Tastverhältnis des Hochsetzstellertransistors (6).

1

5

10

15

**Netzrückwirkungsarmes Dreiphasen-Stromzwischenkreis-Pulsgleichrichtersystem mit
weitem Stellbereich der Ausgangsspannung**

20

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Umformung von Drehstrom- in Gleichstromenergie die nach Filterung schalfreuer Spektralanteile auch bei Ausfall einer Phase einen sinusförmigen Verlauf des Eingangsstromes und die Möglichkeit der Erzeugung einer über oder unter dem 25 Spitzenwert der verketteten Netzspannung liegenden Ausgangsspannung aufweist, wie sie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist, sowie Verfahren zur Steuerung dieser Vorrichtung.

Nach dem derzeitigen Stand der Technik weisen netzrückwirkungsarme Dreiphasen-
30 Pulsgleichrichter ohne Potentialtrennung i.a. Hochsetzstellercharakteristik auf, d.h. die einstellbare Ausgangsspannung ist durch die Amplitude der verketteten Netzspannung nach unten begrenzt. Ein direkter Einsatz derartiger Systeme, z.B. zur Speisung eines Pulswchselrichtersystems mit variabler Zwischenkreisspannung ist damit i.a. nicht möglich. Weiters ist für diese Systeme im Zuge des Hochlaufs eine Vorladung des Ausgangskondensators 35 vorzunehmen und bei Ausgangskurzschluß keine Möglichkeit einer Strombegrenzung gegeben.

Bekannte tiefsetzstellerbasierte Schaltungen weisen bei Einschränkung auf unidirektionale Energieumformung zwar geringen Realisierungsaufwand, d.h. nur einen abschaltbaren

5 Leistungshalbleiter je Phase auf, allerdings ist die Ausgangsspannung durch die verkettete Netzspannung nach oben begrenzt und bei Ausfall einer Phase keine Möglichkeit einer Weiterführung des Betriebes mit sinusförmigem Eingangsstrom bzw. ohmschem Grundschwingungs-Netzverhalten gegeben.

10 In der AT 404.415 wird eine unidirektionale Pulsgleichrichterschaltung mit weitem Eingangsspannungsbereich bzw. bei gegebener Eingangsspannung weitem Ausgangsspannungsbereich beschrieben, deren Realisierung ebenfalls nur ein abschaltbares Ventil je Phase erfordert und die auch bei Phasenausfall einen netzrückwirkungsarmen Betrieb ermöglicht. Allerdings ist dieses System durch eine hohe Sperrspannungsbeanspruchung der 15 Ventile gekennzeichnet und weist zwei Koppelkondensatoren mit hoher Strombeanspruchung und zwei magnetischen Energiespeicher je Phase auf, womit der für industrielektronische Systeme allgemein bestehenden Forderung nach geringer Komplexität des Leistungsteiles bzw. der Forderung nach minimaler Anzahl passiver Komponenten nicht Rechnung getragen werden kann.

20 Aufgabe der Erfindung ist es daher ein Drehstrom-Pulsgleichrichtersystem zu schaffen, das im zwei- und dreiphasigen Betrieb einen sinusförmigen Verlauf des Netzstromes und einen nicht durch die verkettete Netzspannung beschränkten Ausgangsspannungsbereich aufweist und keine Vorrichtung zur Vorladung des Ausgangskondensators erfordert.

25 Dies wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

30 Das erfindungsgemäße Gleichrichtersystem kann durch erfindungsgemäße Erweiterung der Grundstruktur eines dem Stand der Technik entsprechenden unidirektionalen Dreiphasen-Gleichrichtersystems mit eingeprägtem Ausgangsstrom bzw. Stromzwischenkreis gebildet gedacht werden. Der Leistungsteil eines konventionellen unidirektionalen Pulsgleichrichtersystems mit Stromausgang wird im einfachsten Fall durch eine 35 spannungseinprägende eingangsseitige Stern- oder Dreieckschaltung von Filterkondensatoren, eine, durch Anordnung eines abschaltbaren Leistungshalbleiters je Phase in ihrem Leitzustand steuerbare Drehstrombrückenschaltung und die dieser Brücke nachgeschaltete stromeinprägende Ausgangsinduktivität gebildet.

5 Jeder Brückenzweig der steuerbaren Drehstrombrücke weist identische Struktur auf und wird durch eine, kathodenseitig an der Ausgangsinduktivität liegende positive Ausgangsdiode an deren Anode der Emitter des abschaltbaren elektronischen Steuerschalters (z.B. eines Leistungstransistors) und die Anode einer, katodenseitig mit der Phaseneingangsklemme verbundene positive Eingangsdiode geführt wird und eine, kathodenseitig am Kollektor des
10 Steuerschalters und anodenseitig mit der negativen Ausgangsstromschiene verbundene negative Ausgangsdiode und eine von der Eingangsphasenklemme abzweigende, ebenfalls kathodenseitig an den Kollektor des Leistungstransistors geführte negative Eingangsdiode gebildet. Die zweite Klemme der Ausgangsinduktivität ist mit der positiven Ausgangsstromschiene verbunden, weiters wird i.a. zwischen positiver und negativer Ausgangsstromschiene ein die
15 Ausgangsspannung definierender Ausgangskondensator angeordnet. Durch Sperren eines Steuerschalters kann ein Stromfluß über den betreffenden Brückenzweig unterbunden werden, im durchgeschalteten Zustand des Steuerschalters weist der Brückenzweig identische Eigenschaften wie der Brückenzweig einer konventionellen Diodenbrücke auf. Die hiermit gegebene Steuerbarkeit des Leitzustandes kann zur Verringerung der Ausgangsspannung des Systems
20 gegenüber konventioneller Diodengleichrichtung und zur Verringerung der Netzrückwirkungen genutzt werden. Wie eine nähere Analyse zeigt, wird bei entsprechender phasensymmetrischer Steuerung der Ausgangsstrom derart auf die Eingangsphasen aufgeteilt, daß nach Filterung schaltfrequenter Harmonischer durch das, aus den eingangsseitigen Kondensatoren und der inneren Netzinduktivität gebildete Tiefpaßfilter ein sinusförmiger, in Phase mit der Netzspannung
25 liegende Verlauf des Netzstroms resultiert. Allerdings kann die Sinusform des Stromverlaufs bei Ausfall einer Phase nur theoretisch, d.h. mit wirtschaftlich nicht vertretbaren sehr hohen Induktivitätswerten der Ausgangsinduktivität aufrechterhalten werden. Weiters wird in diesem Fall der Ausgangsspannungsbereich durch den Gleichrichtmittelwert der verbleibenden verketteten Netzspannung nach oben eingeschränkt, d.h. die für dreiphasigen Betrieb
30 eingestellte Ausgangsspannung kann u.U. nicht aufrecht erhalten werden.

Grundgedanke der Erfindung ist nun, diese Nachteile durch aufwandsarme Integration einer Hochsetzstellerstufe in die Konverterstruktur zu vermeiden. Hierfür wird zwischen der zweiten Klemme der Ausgangsinduktivität und der positiven Ausgangskondensatklemme eine, in
35 Richtung des Ausgangs orientierte Hochsetzstellerdiode und von der Anode dieser Diode abzweigend ein Hochsetzstellertransistor mit dem Emitter gegen die negative Ausgangsspannungsschiene geschaltet. Die Ausgangsinduktivität des konventionellen Konverters übernimmt die Funktion der Hochsetzstellerinduktivität. Ist am Ausgang des Systems

5 eine unterhalb des Mittelwertes der maximalen Ausgangsspannung der steuerbaren
Diodenbrücke liegende Spannung zu bilden, verbleibt der Hochsetzstellertransistor gesperrt und
die Funktion des erfindungsgemäßen Systems entspricht dann der des konventionellen
Pulsgleichrichters. Ein über dem konventionell maximal erreichbaren Ausgangsspannungswert
liegender Spannungswert wird durch Sinus-Vollaussteuerung der Drehstrombrücke und ein
10 entsprechendes Tastverhältnis des Hochsetzstellertransistors erreicht. Die Grundfunktion des
Hochsetzstellers entspricht hiebei vollständig jenem eines zwischen Diodenbrückenausgang und
Ausgangskondensator angeordneten Gleichspannungs-Gleichspannungs-Hochsetzstellers und
muß daher hier nicht näher ausgeführt werden.

Für dreiphasigen Betrieb wird der Strom in der Ausgangsinduktivität vorteilhaft auf einem
15 konstanten Wert gehalten. Bei Ausfall einer Phase werden die Steuertransistoren der
verbleibenden Phasen in jenen Intervallen durchgeschaltet, in denen die verbleibende verkettete
Netzspannung unter der Ausgangsspannung liegt (Umgebung der Nulldurchgänge). Der
Eingangsstrom wird in diesen Intervallen durch den Hochsetzsteller proportional der verketteten
20 Eingangsspannung geführt. In den anschließenden Abschnitten einer Netzperiode in denen die
Eingangsspannung die Ausgangsspannung des Systems übersteigt (Umgebung der
Spannungsmaxima), wird der Hochsetzstellertransistor gesperrt und der Strom in der
Ausgangsinduktivität durch entsprechende Ansteuerung der Steuertransistoren so geführt, daß
eine kontinuierliche Fortsetzung des Netzstromes bzw. des mittels Filterung von
schaltfrequenten Harmonischen befreiten Eingangsstromes der Drehstrombrücke erreicht wird.
25 (Wie eine nähere Analyse zeigt folgt der Strom in der Ausgangsinduktivität dann einem dem
Quadrat des Eingangsstromes proportionalen Verlauf).

Durch die erfindungsgemäße Schaltungsmodifikation können so bei gegenüber einer
konventionellen Schaltungsrealisierung relativ geringem Zusatzaufwand deren wesentliche
Nachteile, d.h., eingeschränkter Ausgangsspannungsbereich und Verlust der Sinusform des
30 Netzstromes bei Phasenausfall vermieden werden. Weiters ist anzumerken, daß trotz der
Hochsetzstellercharakteristik ein direkter Hochlauf des Systems möglich ist, d.h. die Vorladung
des Ausgangskondensators durch kontinuierliche, bei Ausgangsspannung Null beginnende
Erhöhung der Aussteuerung der Drehstrombrücke bei gesperrtem Hochsetzstellertransistor
möglich ist.

35

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung beschreibt der **Patentanspruch 2**. Wie
vorgehend erwähnt, wird der Leitzustand der eingangsseitigen Drehstrombrücke durch drei
Leistungstransistoren gesteuert, wobei auch Intervalle auftreten in denen am Ausgang der

5 Diodenbrücke keine Spannung gebildet wird. Diese Zeitabschnitte werden im folgenden als Freilaufintervalle bezeichnet. Der durch die Ausgangsinduktivität eingeprägte Stromfluß wird dann über die positive Ausgangsdiode, den Steuertransistor und die negative Ausgangsdiode jedenfalls eines Brückenzweiges geführt. Insbesondere bei kleiner Ausgangsspannung, d.h. bei hoher relativer Einschaltzeit der Freilaufzustände treten somit zufolge der drei im Strompfad 10 liegenden Ventilspannungsabfälle relativ hohe Leitverluste auf. Dies kann erfindungsgemäß durch Anordnen einer expliziten Freilaufdiode zwischen negativer Ausgangsstromschiene und eingangsseitigem Ende der Ausgangsinduktivität vermieden werden, die innerhalb der Freilaufintervalle den gesamten Strom übernimmt und aufgrund ihres relativ geringen Durchlaßspannungsabfalls bei gleichem Strom wesentlich geringere Durchlaßverluste als die 15 Serienschaltung von 3 Ventilen aufweist. Ein weiterer Vorteil dieser erfindungsgemäß Schaltungserweiterung besteht darin, daß nun unabhängig vom konkreten Schaltzustand der Steuertransistoren für den am Ausgang der Drehstrombrücke eingeprägten Ausgangsstrom stets ein geschlossener Pfad zur Verfügung steht und somit das Auftreten von Überspannungen durch nicht überlappendes Schalten der Steuertransistoren (bedingt durch Verzögerungszeiten 20 der Signalelektronik oder der Ansteuerstufen) sicher vermieden wird.

Eine kontinuierliche Führung des Ausgangsstromes über die Diodenbrücke kann bei Einsatz eines erfindungsgemäß Steuerverfahrens nach **Patentanspruch 3** auch ohne explizite Freilaufdiode erreicht werden. Hierbei verbleibt in symmetrisch um die Maxima einer 25 Eingangsphasenspannungen liegenden 60° el. breiten Intervallen der zugehörige Steuertransistor durchgeschaltet und der sinusförmige Netzstromverlauf und die Regelung der Ausgangsspannung werden durch Taktung der beiden anderen Phasen erreicht. Die Funktion einer derartigen Steuerung wird unter Berücksichtigung der Tatsache anschaulich klar, daß innerhalb dieser Intervalle die gegenüber der nicht schaltenden Phase auftretenden verketteten 30 Spannungen und die im Mittel über eine Pulsperiode zu bildenden netzspannungsproportionalen sinusförmigen Eingangsströme keinen Vorzeichenwechsel aufweisen und das System somit als Gleichspannungs-Gleichspannungs-Tiefsetzsteller betrachtet werden kann, der ausgehend von einem konstanten Ausgangstrom eine sinusförmige Modulation des Eingangsstromes bzw. ausgehend von einer sinusförmig variierenden unipolaren Eingangsspannung die Erzeugung einer 35 konstanten Ausgangsspannung erlaubt. Die Steuerung weist somit mit Ausnahme des erfindungsgemäß Beibehaltens des Schaltzustandes einer Phase keine Besonderheiten auf und soll hier nicht weiter diskutiert werden.

5 Eine Minimierung der schaltfrequenten Schwankung (des Rippels) des Ausgangstromes der Diodenbrücke kann durch erfindungsgemäße Koordination der Steuerung des Hochsetzstellertransistors und der Steuertransistoren nach **Patentanspruch 4** erreicht werden. Der Stromrippel wird durch über der Induktivität auftretenden positiven und negativen Spannungsdifferenzen bzw. Spannungszeitflächen bestimmt. Weisen beide Systeme gleiche

10 Taktfrequenz auf und erfolgt die Steuerung deraart, daß die Durchschaltintervalle des Hochsetzstellers symmetrisch um die Freilaufintervalle der Diodenbrücke zu liegen kommen, tritt für die Überdeckung dieser Schaltzustände an der Induktivität keine Spannung und damit keine Änderung des Stromes in der Induktivität auf und womit eine relativ geringe Amplitude des schaltfrequenten Rippels resultiert. Weiters wird damit unter Berücksichtigung der für Leiten der

15 Hochsetzstellerdiode und eine Brückenausgangsspannung bildende Schaltzustände der Drehstrombrücke auftretenden Spannungsdifferenzen die Möglichkeit der Berechnung einer, z.B. auf minimalen Effektivwert des Stromrippels führenden optimalen Phasenversetzung der gleichfrequenten, d.h. jedenfalls eine Überdeckung der Freilaufzustände aufweisenden Steuerung beider Teilsysteme deutlich, die aufgrund ihrer Bindung an ein definiertes

20 Spannungsübersetzungsverhältnis und des relativ hohen Aufwandes einer praktischen Umsetzung von geringer Bedeutung ist und daher hier nicht näher beschrieben werden soll.

Die Erfindung soll im weiteren anhand einer Zeichnung näher erläutert werden.

25 **Fig.1** zeigt die erfindungsgemäße erweiterte Grundstruktur des Leistungsteiles (vereinfachte, schematische Darstellung) eines konventionellen unidirektionalen Drehstrom-Pulsgleichrichtersystems mit eingeprägtem Ausgangstrom bzw. Stromzwischenkreis.

In **Fig.1** ist ein Drehstrom-Pulsgleichrichtersystem 1 mit weitem Stellbereich der Ausgangsspannung dargestellt, das durch erfindungsgemäße Erweiterung eines dem Stand der Technik entsprechenden Dreiphasenpulsgleichrichtersystems, gebildet durch eine eingangsseitige Sternschaltung 2 von Filterkondensatoren, eine durch abschaltbare Leistungshalbleiter steuerbare Drehstromdiodenbrücke 3, eine deren Ausgangstrom einprägende Induktivität 4 und einen, die gebildete Ausgangsspannung stützenden Kondensator 5, durch einen Hochsetzstellertransistor 6 und eine Hochsetzstellerdiode 7 gebildet gedacht werden kann.

5 Die Brückenzweige 8,9,10 der steuerbaren Diodenbrücke 3 weisen identische Struktur auf und werden durch eine, kathodenseitig an der Induktivität 4 liegende positive Ausgangsdiode 11, an deren Anode der Emitter des abschaltbaren, den Leitzustand des Brückenzweiges bestimmenden, im weiteren daher kurz als Steuerschalter bezeichneten abschaltbaren elektronischen Schalters 12 (z.B. realisiert durch einen Leistungstransistor) und die Anode einer, 10 katodenseitig mit der Phaseneingängsklemme 13, 14 oder 15 verbundenen positive Eingangsdioden 16 geführt wird und eine, kathodenseitig am Kollektor des elektronischen Schalters 12 und anodenseitig mit der negativen Ausgangstromschiene 17 verbundene negative Ausgangsdiode 18 und eine von der Phaseneingängsklemme 13, 14 oder 15 abzweigende, ebenfalls kathodenseitig an den Kollektor des Steuerschalters 12 geführte 15 negative Eingangsdiode 19 gebildet. Das System wird an einem Dreiphasennetz betrieben, was durch eine Sternschaltung 20 von, über, die innere Netzinduktivität darstellende Ersatzinduktivitäten 21,22,23 an die Eingangsklemmen 13,14,15 gelegte Ersatzspannungsquellen 24,25,26 mit Sternpunkt 27 veranschaulicht wird.

20 Durch Sperren eines Steuerschalters 12 kann ein Stromfluß über den betreffenden Brückenzweig 8, 9 oder 10 unterbunden werden, im durchgeschalteten Zustand des Steuerschalters 12 weist der Brückenzweig gleiche Eigenschaften wie der Brückenzweig einer konventionellen Diodenbrücke auf. Beispielsweise wird dann ein positiver, d.h. physikalisch in die Eingangsklemme 13 fließender Strom über die negative Eingangsdiode 19, den Steuerschalter 12 und die positive Ausgangsdiode 11 und ein negativer Eingangsstrom über die negative Ausgangsdiode 18, den Steuerschalter 12 und die positive Eingangsdiode 16 geführt. 25 Die hiermit gegebene Steuerbarkeit des Leitzustandes der Drehstrombrücke kann zur Verringerung der Ausgangsspannung des Systems gegenüber einer konventionellen Diodenbrücke und zur Verringerung der Netzrückwirkungen genutzt werden. Der durch die Ausgangsinduktivität 4 eingeprägte Strom wird hiebei entsprechend dem Stand der Technik 30 durch entsprechende phasensymmetrische Ansteuerung der Steuerschalter 12 derart auf die Phaseneingänge aufgeteilt, daß nach Filterung schaltfrequenter Harmonischer durch die direkt von den Eingangsklemmen 13,14,15 abzweigende Sternschaltung 2 von Filterkondensatoren mit Sternpunkt 20 in Verbindung mit den inneren Induktivitäten 21,22,23 der Netzphasen ein 35 sinusförmiger, in Phase mit den zugeordneten Netzphasenspannungen 24,25 oder 26 liegender Verlauf der Netzphasenströme resultiert.

5 Grundgedanke der Erfindung ist nun, diese auf Tiefsetzstellerbetrieb beschränkte, d.h. stets eine unter dem Gleichrichtmittelwert der Ausgangsspannung der steuerbaren Drehstrombrücke 3 liegende, durch den Ausgangskondensator 5 gestützte Ausgangsspannung aufweisende Konverterstruktur mit minimalem Zusatzaufwand auf die Möglichkeit eines Hochsetzstellerbetriebs zu erweitern. Hierfür wird zwischen der, der Diodenbrücke 3 abgewandten zweiten Klemme 28 der Induktivität 4 und der positiven Ausgangskondensatklemme 29 eine, in Richtung des Ausgangs orientierte Hochsetzstellerdiode 7 und von der Anode dieser Diode 7 abzweigend, ein Hochsetzstellertransistor 6 emitterseitig gegen die, an die negative Ausgangskondensatklemme 30 geführte negative Ausgangsspannungsschiene 17 geschaltet.

10 Die Ausgangsinduktivität 4 des konventionellen Konverters übernimmt dabei die Funktion der Hochsetzstellerinduktivität. Ist eine unterhalb des Mittelwertes der maximalen Ausgangsspannung der steuerbaren Drehstrombrücke 3 liegende Ausgangsspannung des Systems 1 zu bilden, verbleibt der Hochsetzstellertransistor 6 gesperrt und die Funktion des erfindungsgemäßen Systems 1 entspricht der eines konventionellen Pulsgleichrichters. Ein über

15 dem konventionell maximal erreichbaren Ausgangsspannungswert liegender Wert der Spannung an der Ausgangskapazität 5 wird durch Vollaussteuerung der Drehstrombrücke und ein entsprechendes Tastverhältnis des Hochsetzstellertransistors 6 erreicht. Gemäß der Grundfunktion des nun zwischen Diodenbrückenausgang und Ausgangskondensator angeordneten Gleichspannungs-Gleichspannungs-Hochsetzstellers 31 wird dann durch

20 Durchschalten des Hochsetzstellertransistors 6 der Strom in der Induktivität 4 geringfügig erhöht und diese einer Zunahme der magnetischen Energie entsprechende Stromerhöhung über Entmagnetisierung der Induktivität 4 gegen die Differenz der Spannung des Ausgangskondensators 5 und der Diodenbrücke 3 wieder abgebaut. Bei hoher relativer Einschaltzeit des Hochsetzstellertransistors 6 wird so stationär ein wesentlich über der

25 Ausgangsspannung der Diodenbrücke 3 liegender Wert der Ausgangsspannung erreicht.

30

Für dreiphasigen Betrieb wird der Strom in der Ausgangsinduktivität 4 vorteilhaft auf einem konstanten Wert gehalten. Bei Ausfall einer Phase des speisenden Netzes werden die Steuertransistoren 12 der verbleibenden Phasen in jenen Zeitintervallen bleibend durchgeschaltet, in denen die verbleibende verkettete Netzspannung unter der Ausgangsspannung liegt. Der Eingangsstrom wird in diesen Intervallen durch den Hochsetzsteller 31 über entsprechende Steuerung der relativen Einschaltzeit des Hochsetzstellertransistors 6 proportional zu der am Ausgang der Brückenschaltung 3 auftretenden gleichgerichteten verketteten Eingangsspannung geführt. In den anschließenden Abschnitten einer Netzperiode in

- 5 denen die Eingangsspannung die Ausgangsspannung des Systems 1 übersteigt, wird der Hochsetzstellertransistor 6 geperrt und der Strom in der Induktivität 4 durch entsprechende Ansteuerung der Steuerschalter 12 der noch aktiven Phasen so geführt, daß eine kontinuierliche Fortsetzung des Netzstromes, d.h. des durch die Filterkondensatoren 2 und die innere Netzimpedanz gebildete Tiefpaßfilter von schaltfrequenten Harmonischen befreiten
- 10 Eingangsstromes der Diodenbrücke 3 erreicht und somit auch bei Phasenausfall die bei dreiphasigem Betrieb eingestellte Ausgangsspannung und ohmsches Grundschwingungs-Netzverhalten des Systems aufrecht erhalten werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Umformung eines dreiphasigen Spannungssystems (20) in eine durch einen Ausgangskondensator (5) gestützte Gleichspannung, die eine von den 10 Eingangsklemmen (13),(14),(15) abzweigende Sternschaltung (2) von Filterkondensatoren, eine steuerbare Drehstrombrücke (3) und am positiven Ausgang der Brückenschaltung (3) eine stromeinprägende Induktivität (4) aufweist, wobei die Phasenzweige (8),(9),(10) der Drehstrombrücke (3) identische Struktur aufweisen und durch eine, kathodenseitig an der 15 Induktivität (4) liegende positive Ausgangsdiode (11), an deren Anode der Emitter des abschaltbaren, den Leitzustand des Phasenzweiges bestimmenden elektronischen Steuerschalters (12) und die Anode einer, kathodenseitig mit der Phaseneingangsklemme 20 (13),(14) oder (15) verbundenen positiven Eingangsdiode (16) geführt wird und eine, kathodenseitig am Kollektor des elektronischen Steuerschalters (12) und anodenseitig mit der negativen Ausgangsstromschiene (17) verbundene negative Ausgangsdiode (18) und eine von der Phaseneingangsklemme (13), (14) oder (15) abzweigende, ebenfalls kathodenseitig 25 an den Kollektor des Steuerschalters (12) geführte negative Eingangsdiode (19) gebildet wird und der negative Pol (30) des Ausgangskondensator mit der negativen Ausgangsspannungsschiene (17) verbunden ist **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der, der Drehstrombrücke (3) abgewandten zweiten Klemme (28) der Induktivität (4) und der 30 positiven Ausgangskondensatklemme (29) eine, in Richtung des Ausgangs orientierte Hochsetzstellerdiode (7) und von der Anode dieser Diode (7) abzweigend ein Hochsetzstellertransistor (6) gegen die, an die negative Ausgangskondensatklemme (30) geführte negative Ausgangsspannungsschiene (17) geschaltet wird, wobei für Bildung einer unterhalb des Mittelwertes der maximalen Ausgangsspannung der Brückenschaltung (3) liegende Ausgangsspannung des Systems (1) der Hochsetzstellertransistor (6) im Sperrzustand verbleibt und die Bildung einer über dem hiebei maximal erreichbaren Ausgangsspannungswert liegenden Spannung bei Vollaussteuerung der Drehstrombrücke (3) über ein entsprechendes Tastverhältnis des Hochsetzstellertransistors (6) erfolgt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß abzweigend von der negativen Ausgangsspannungsschiene (17) eine Freilaufdiode in Flußrichtung gegen die Verbindung der Kathoden der positiven Ausgangsdioden (11) der Drehstrombrücke (3)

5 geschaltet wird und diese Diode innerhalb der Freilaufintervalle, innerhalb der keine der zwischen den Eingangsklemmen (13),(14),(15) anliegenden verketteten Eingangsspannungen an den Ausgang der Drehstrombrücke (3) durchgeschaltet wird, den gesamten, durch die Induktivität (4) eingeprägten Strom übernimmt.

10

3. Verfahren zur Steuerung der Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß in symmetrisch um die Maxima einer Eingangsphasenspannungen liegenden, 60°el. breiten Intervallen der zugeordnete Steuertransistor durchgeschaltet verbleibt und der sinusförmige Netzstromverlauf und die Regelung der Ausgangsspannung 15 durch Taktung der beiden anderen Phasen erreicht wird und so gegenüber einer gleichzeitigen Taktung aller Phasen die Schaltverlustleistung reduziert und die Steuerung des Systems vereinfacht wird.

20 4. Verfahren zur Steuerung der Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerschalter (12) der Drehstrombrücke (3) und der Hochsetzstellertransistor (6) mit gleicher Taktfrequenz betrieben werden und die Umschaltung dieser beiden Konverterteile derart synchronisiert wird, daß die Durchschaltintervalle des Hochsetzstellers symmetrisch um die Freilaufintervalle der 25 Drehstrombrücke (3) zu liegen kommen, wobei für die Überdeckung beider Schaltzustände an der Induktivität (4) keine Spannung und damit keine Stromänderung auftritt, womit die schaltfrequente Schwankung des Ausgangsstromes der Drehstrombrücke (3) minimiert wird.

1/1

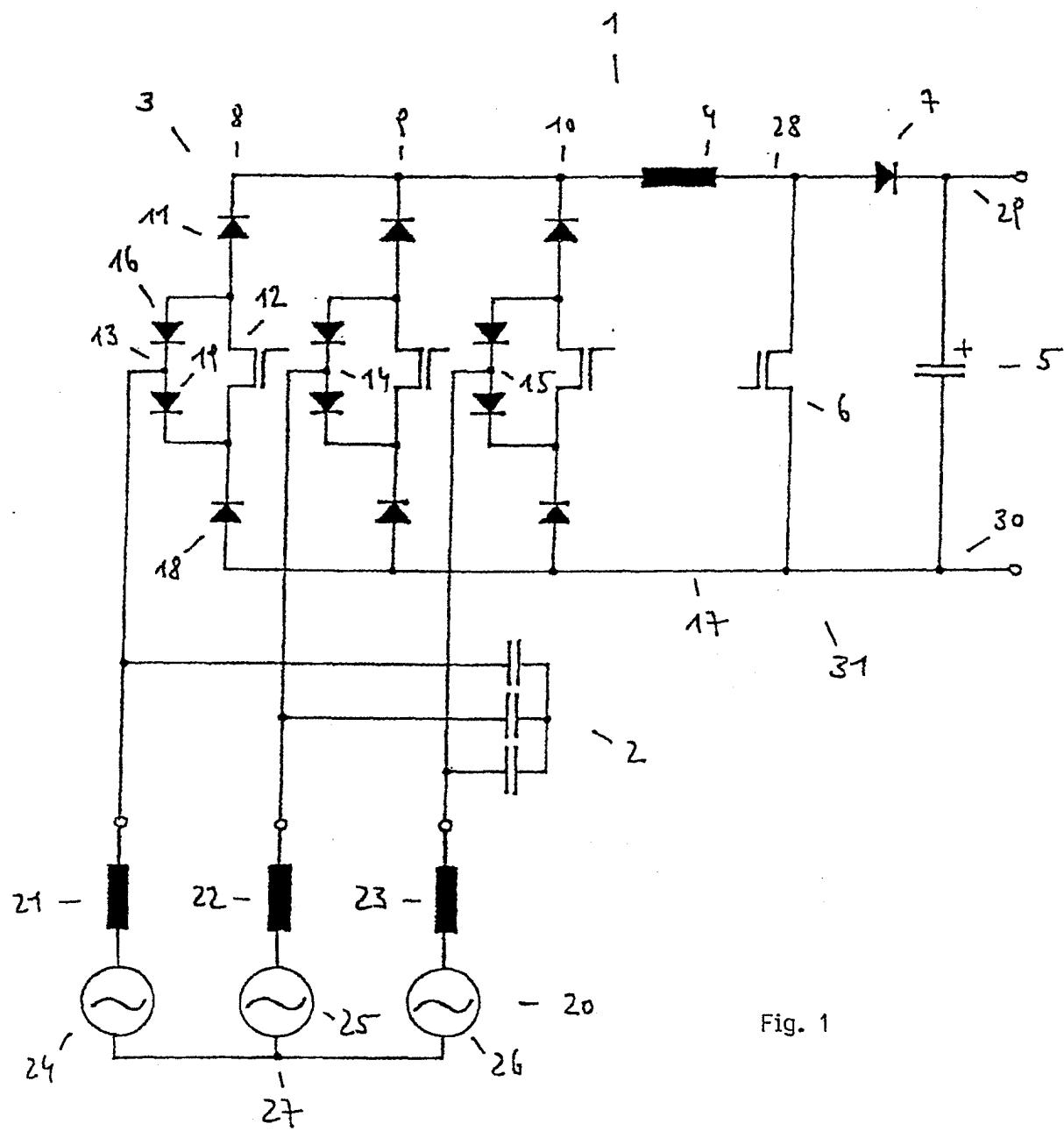


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr. Application No
PCT/CH 01/00005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02M7/217 H02M1/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 294 165 A (LUMONICS LTD ;UNIV WARWICK (GB)) 17 April 1996 (1996-04-17) figures 9,10B	1-4
A	KOLAR J W ET AL: "STATUS OF THE TECHNIQUES OF THREE-PHASE RECTIFIER SYSTEMS WITH LOW EFFECTS ON THE MAINS" COPENHAGEN, JUNE 6 - 9, 1999, NEW YORK, NY: IEEE, US, 6 June 1999 (1999-06-06), pages 14-1-01-16, XP000868416 ISBN: 0-7803-5625-X figure 7	1-4

Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 April 2001

Date of mailing of the International search report

20/04/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gentili, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Interr: **ai** Application No**PCT/CH 01/00005**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2294165 A	17-04-1996	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/CH 01/00005

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02M7/217 H02M1/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprästoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprästoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGEGEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 294 165 A (LUMONICS LTD ;UNIV WARWICK (GB)) 17. April 1996 (1996-04-17) Abbildungen 9,10B	1-4
A	KOLAR J W ET AL: "STATUS OF THE TECHNIQUES OF THREE-PHASE RECTIFIER SYSTEMS WITH LOW EFFECTS ON THE MAINS" COPENHAGEN, JUNE 6 - 9, 1999, NEW YORK, NY: IEEE, US, 6. Juni 1999 (1999-06-06), Seiten 14-1-01-16, XP000868416 ISBN: 0-7803-5625-X Abbildung 7	1-4

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
9. April 2001	20/04/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Gentili, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internes Aktenzeichen

PCT/CH 01/00005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2294165 A	17-04-1996	KEINE	